

偏極イオン源の移設（震災復旧2）

Transfer of the Polarized Ion Source (Earthquake disaster restoration 2)

大和良広^{1,*}・田岸義宏¹・高橋努¹・石井聡¹・森口哲朗^{1,2}・関場大一郎^{1,2}・小沢顕²
Y.Yamato^{1,*}, Y.Tagishi¹, T.Takahashi¹, S.Ishii¹, T.Moriguchi^{1,2}, D.Sekiba^{1,2} and A.Ozawa²

¹ 筑波大学 研究基盤総合センター 応用加速器部門 (UTTAC, University of Tsukuba).

² 筑波大学 数理物質系 (Faculty of Pure and Applied Sciences, University of Tsukuba).

* Correspondence to: Yoshihiro YAMATO; E-mail: yamato@tac.tsukuba.ac.jp

はじめに

筑波大学の偏極イオン源(PIS)も 2011.3.11 の東日本大震災により甚大な被害を受けた。昨年第 27 回タンデム加速器研究会では、PIS 被害詳細、新設のための物品準備、9階イオン源室の片付け、偏極イオン源棟の計画・建設、9階から新棟へのイオン源移設までを報告した。

本稿では、その後の作業の一部を報告する。具体的には、高電圧架台の組み上げ、全架台・チャンバー設置とマグネット・レンズ・加速管・スリット等の ESA への軸合わせ、チャンバー内部清掃・整備・フィード交換、安全柵(フェンス)設置である。詳細は省くが以下の様な復旧作業を行った。新棟内作業環境整備、ビームライン用壁穴開け、NEC コンポーネントの設置・接続、電源ライン工事、ゲートバルブ・スクロールポンプ・TMP・クライオポンプ取付、バルブコントローラ製作、エアコンプレッサー設置、エア配管、ドレントラップ設置・配線、電源ラック設置、全電源マウント、冷却機設置、可動部オーバーホール、高圧架台用分電盤設置・配線、真空計取付、磁気レンズ巻き直し・組立、真空引き・リークチェック、屋外ニップル・ベローズ保護・全体保温、壁穴修復、電源線・負荷線・制御線配線作業、バリアブルリークバルブ取付、Ar,DP,Ext,ML 絶縁ロッド製作、回転灯設置・フェンス扉インターロック配線、制御系開発(F3RP61, EPICS, CSS)など。

1. 高電圧架台の組み上げ

高電圧架台は、従来の架台を現場で採寸し、内部構造を想像して新しく設計した。配置図を図1に示す。構造としては、下から鉄製ブーツ(φ300×35 mm) 6個、碍子 6個、鉄板(1,600×1,000×5 mm) 1枚、溝型鋼+H鋼(1,600×1,000×100 mm) 1個、チャンバー架台やラック等を固定するためのアルミ板(1,600×1,000×20 mm) 1枚を4組みとなっている。100 kV 絶縁碍子は、ビームラインの高さ調整範囲と上に乗せる 3t 弱の機器重量での破壊強度等を検討し、日本ガイシの DA-60036-A/SP-20 を 24 個を使用した。

設置作業は、一旦仮組みしてそれぞれを移動しつつ行った。鉄製ブーツが非常に重く、出来たのでこぼこコンクリート床にけがき、アンカーを打つのに難儀した。アンカーが打ち終わり、ボルト締めする時に床面の非常な凹凸ですきまが至る所に出来た。このため、ゴムラバーシムやテフロン薄板、鉄スペーサーで調整しながら再度組み直した。(図2～5)

Keywords: 偏極イオン源; PIS; 高電圧架台; 筑波大学オリジナル

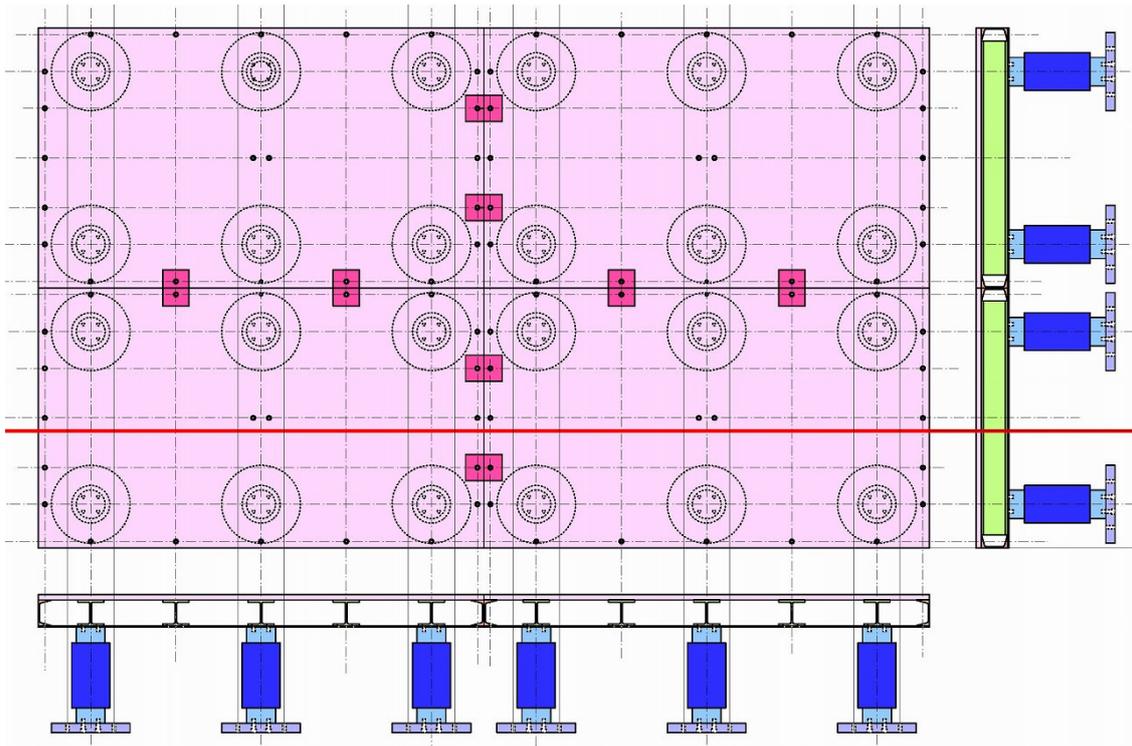


図1 高電圧架台配置図



図2 高電圧架台の仮組み



図3 高電圧架台の設置テスト



図4 高電圧架台最上段アルミ板の取付



図5 出来上がった高電圧架台

2. スピンフィルター・アルゴンセル・静電ステアラーの分解清掃

40年近く一度も開けた事のないスピンフィルターチャンバー内部を分解清掃した。デフレクター電極のワイヤー巻き直し、RF フィードスルー交換、チューニングアンテナ機構整備、全体清掃、高圧フィード線交換、絶縁チェックなどを行った。(図6～10)

アルゴンセル後段には静電集束レンズが入っておりそれらの清掃後アライメントし、加速管と繋がるチャンバー・フランジとの位置調整を行った。電極への高圧フィード線も交換した。(図11、12、14)

静電ステアラーも分解し、清掃、高圧フィード線を交換した。また、輸送時の転倒事故で絶縁部が折れてしまったため 2P×2 系統の電流端子も新品に交換した。(図13)



図6 開放直後の緑青有デフレクター電極



図7 巻き直し固定したデフレクター電極

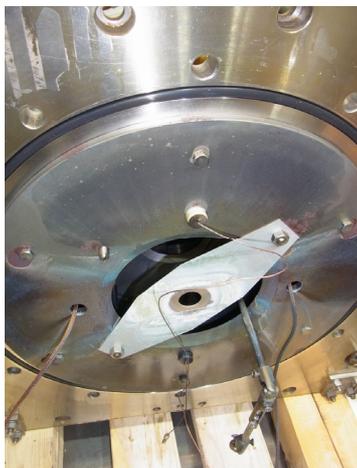


図8 開放直後の汚れたスピンフィルター

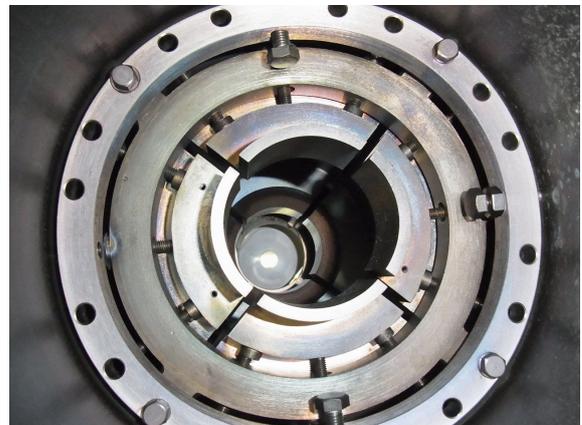


図9 整備後の RF キャビティー



図10 整備後のスピンフィルターと Ar セル外観



図11 開放直後の Ar チャンバー／レンズ

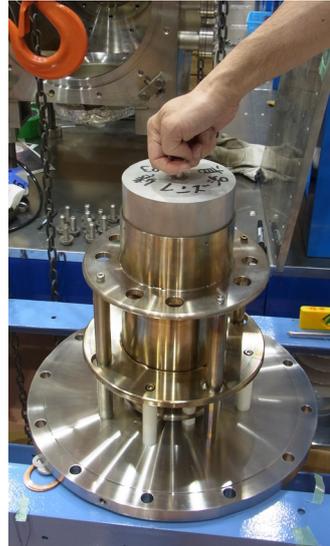


図12 アライメント中の静電レンズ系

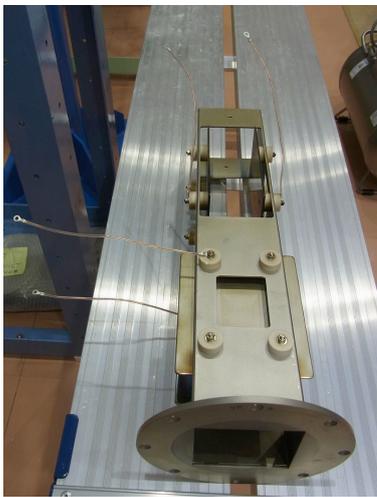


図13 整備後の静電ステアラー

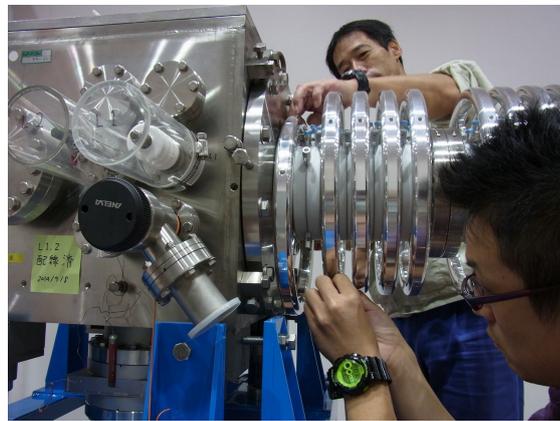


図14 加速管の取付

3. 全コンポーネントの設置とアライメント、高電圧防御フェンス設置

床にけがいたビームラインに概ね合う様に各架台を設置し、高電圧架台上はアルミ板へのボルト止め、アース側マグネットやウインフィルターなどはアンカー止めた。仮設置後、調整ネジで上流、下流からの望遠鏡、レーザー墨出し器によるアライメントを行った。



図15 全コンポーネントの仮設置完了

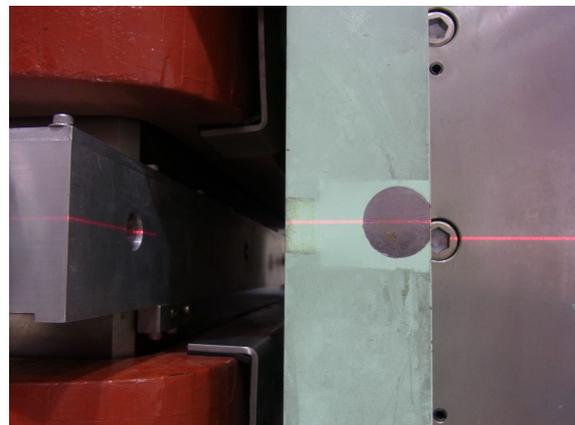


図16 ウインフィルターレーザーアライメント

全コンポーネントの固定、アライメント、電力配線の完了(図17)後、高電圧防御フェンスの設置(図18)を行った。負荷線や制御線の作業を後にしたためこの安全柵が通行の妨げになってしまった。



図17 全コンポーネント固定、アライメント完了



図18 高電圧防御フェンスの設置

4. トラブル

4.1 デュオプラズマトロンチャンバーの TMP 故障

大阪真空 800L 複合 TMP が電源のエンジニアモードに勝手に入り意図せず高速回転(本来は 33,600rpm 表示のハズが 800Hz となっていた)したため 47 時間しか使用していないにもかかわらず、図19の様にベアリングが焼き付き、図20の様に羽根がボロボロになった。急遽代替ポンプを送ってもらい交換し問題なく引ける様になった。今後の対策として電源のファームウェアを書き換えてエンジニアモードに入らない様にする対策をメーカーで準備中である。



図19 高速回転で焼き付いたベアリング



図20 低真空用ねじ溝羽根がボロボロに

4.2 デュオプラコイルチャンバー製作不良によるリーク

空芯コイルと冷却液が入るチャンバーの純鉄と銅の銀ロウ溶接部で真空漏れが起こった。トールシールで漏れは止めたが、異種金属の良い接合方法が無く抜本的な解決に至っていない。(図21、22)

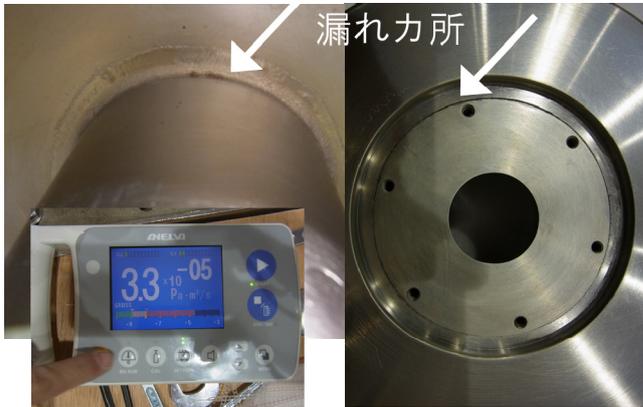


図21 漏れた溶接部とリークディテクタ表示

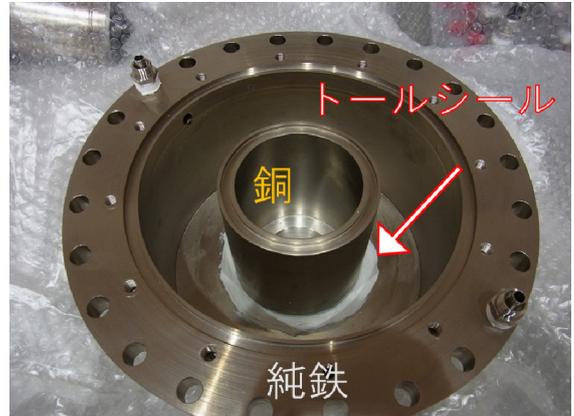


図22 内側からトールシール修理

4.3 クリスタルイオンゲージヘッド不良

キャノンアネルバのクリスタルイオンゲージヘッドからずっとアウトガスがあり、回路不良とわかった。ヘッドの修理で使用可能になった。設置完了したデュオプラズマトロンの中身も全て外し、あらゆる部分をHeリークディテクタでチェックした。しかし、一向に改善しないためイオンゲージ不良を疑いイオンゲージを外したら、スッと良くなってしまった。パラに付けたコールドカソードゲージも悪い真空だったためまさかゲージヘッドがずっとアウトガスするとは思えず外してみなかったため原因究明に時間がかかってしまった。



図23 問題のヘッドと悪い真空時のゲージ2つ、リークがない行き詰まり状況

5. まとめ

設計、製作、設置、配線までほぼ全ての作業を我々自身で行った。非常な時間と労力がかかったが、低予算で改善すべき所は改善して復旧できた。スピンコントローラ、制御システム、実際のビーム状況等は次回以降報告予定である。

復旧作業は沢山の学生が手伝ってくれた。この場をお借りして感謝申し上げる。